(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0137842
(43) 공개일자 2024년09월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*B64D 1/06* (2006.01) *A62C 3/02* (2006.01)
*B64C 39/02* (2023.01) *B64U 101/25* (2023.01)
*B64U 20/87* (2023.01) *G05D 1/20* (2024.01)
(52) CPC특허분류
*B64D 1/06* (2013.01)
*A62C 3/025* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0031117
(22) 출원일자 2023년03월09일
심사청구일자 2023년03월09일

(71) 출원인
**건양대학교산학협력단**
충청남도 논산시 대학로 121 (내동)
(72) 발명자
**진주완**
대전광역시 유성구 현충원로347번길 37-5, 구암동 그레이스 302호
(74) 대리인
**특허법인도담**

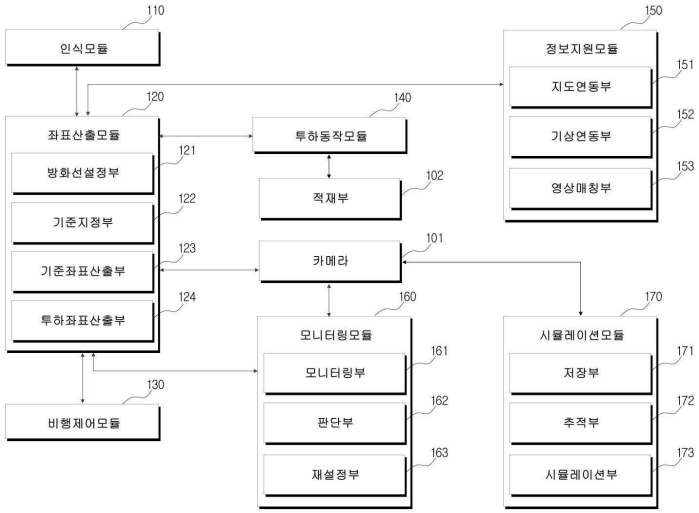
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **방화선 구축을 위한 소화탄 투척 드론 운용시스템**

## (57) 요 약

본 발명은 드론을 활용하여 초기화재 지역에 신속하게 접근하여 화재확산 예방 및 대응이 이루어지도록 하되 산불 등의 상황에서 방화선 구축 측면에서 연속 소화탄 투하를 통한 화재저지선 및 방화선 구축과 지형정보를 고려한 화재진로 예상경로 및 지점의 좌표를 추출하여 효율적으로 소화탄을 투하할 수 있는 방화선 구축을 위한 소화탄 투척 드론 운용시스템에 관한 것이다.

*대 표 도* - 도2



(52) CPC특허분류
***B64C 39/024*** (2023.01)
***B64U 20/87*** (2023.01)
***G05D 1/101*** (2021.01)
*B64U 2101/25* (2023.01)
*B64U 2201/10* (2023.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

| | |
|---|---|
| 과제고유번호 | 1345356198 |
| 과제번호 | 20220206(20220233) |
| 부처명 | 교육부 |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단 |
| 연구사업명 | 3단계산학연협력선도대학육성사업(LINC3.0)(0.5) |
| 연구과제명 | 산불화재경계 기반 방화선 좌표 자동 추출 알고리즘 |
| 기 여 율 | 1/1 |
| 과제수행기관명 | 건양대학교산학협력단 |
| 연구기간 | 2022.07.25 ~ 2023.02.28 |

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

카메라(101)와, 복수의 소화탄을 수용하며 투하명령에 따라 소화탄을 개별 투하하는 적재부(102)를 구비한 소화탄 투척 드론의 운용시스템에 있어서,

소화탄의 적재량을 인식하는 인식모듈(110);

상기 카메라(101)를 통해 촬영된 화재구역 영상에 가상의 방화선을 설정하는 방화선설정부(121)와, 상기 가상의 방화선에 대하여 소화탄의 연속투하 범위의 시작과 끝에 해당하는 2개의 기준포인트를 지정하는 기준지정부(122)와, 드론의 현재 높이와 상기 카메라(101)의 촬영각을 통해 상기 기준포인트의 좌표를 산출하는 기준좌표산출부(123)와, 상기 기준포인트 사이를 인식된 소화탄의 개수에서 1을 차감한 숫자로 등분한 투하포인트를 설정하고 각 투하포인트의 좌표를 산출하는 투하좌표산출부(124)를 구비하는 좌표산출모듈(120);

상기 기준포인트 사이의 경로로 설정된 속도로 상기 드론을 비행시키는 비행제어모듈(130);

상기 드론의 비행 중 각 투하포인트에 대응하여 상기 적재부(102)에 투하명령을 인가하여 소화탄을 순차적으로 개별 투하시키는 투하동작모듈(140); 로 이루어지는 것을 특징으로 하는 소화탄 투척 드론 운용시스템.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

화재구역이 속한 지도를 포함한 지리정보를 취득하는 지도연동부(151)와, 화재구역의 풍향 및 풍속을 포함한 기상정보를 취득하는 기상연동부(152)와, 상기 지리정보를 상기 카메라(101)를 통해 촬영된 화재구역 영상과 매칭한 매칭영상을 생성하는 영상매칭부(153)를 구비하며, 상기 지리정보 및 기상정보와 매칭영상을 제공하며 상기 방화선설정부(121)를 통해 가상의 방화선을 설정받도록 지원하는 정보지원모듈(150); 을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 소화탄 투척 드론 운용시스템.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

소화탄 투하 후 상기 카메라를 통해 투하지점을 촬영하며 진화상태를 파악하는 모니터링부(161)와, 파악된 진화상태에 대응하여 소화탄이 적재된 드론의 재투입 여부를 판단하는 판단부(162)와, 재투입 결정시 파악된 진화상태에 대응하여 상기 좌표산출모듈(120)과 연계하여 가상의 방화선과 기준포인트 및 투하포인트를 재설정하는 재설정부(163)를 구비하는 모니터링모듈(160); 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 소화탄 투척 드론 운용시스템.

### 청구항 4

제3항에 있어서,

운용중인 드론의 최대 소화탄 적재수와 속도 및 예상 비행시간 및 소화탄 재보급시간을 포함하는 재원정보가 저장되는 저장부(171)와, 상기 카메라(101)를 통해 촬영된 영상을 통해 화재확산 방향 및 속도를 산출하고 시간별 확대예상범위를 산출하는 추적부(172)와, 상기 재원정보 및 확대예상범위를 통해 투입되는 드론의 개수를 가변하며 화재진화를 시뮬레이션하는 시뮬레이션부(173)를 구비하는 시뮬레이션모듈(170); 을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 소화탄 투척 드론 운용시스템.

## 발명의 설명

## 기 술 분 야

[0001] 본 발명은 소화탄 투척 드론에 관한 것으로, 자세하게는 드론을 활용하여 초기화재 지역에 신속하게 접근하여 화재확산 예방 및 대응이 이루어지도록 하되 산불 등의 상황에서 방화선 구축 측면에서 연속 소화탄 투하를 통한 화재저지선 및 방화선 구축과 지형정보를 고려한 화재진로 예상경로 및 지점의 좌표를 추출하여 효율적으로 소화탄을 투하할 수 있는 방화선 구축을 위한 소화탄 투척 드론 운용시스템에 관한 것이다.

## 배 경 기 술

[0002] 드론은 조종사 없이 무선전파의 유도에 의해서 비행 및 조종이 가능한 비행기나 헬리콥터 모양의 군사용 무인항공기를 총칭하는 것으로, 최초 개발목적인 정찰을 넘어 레저, 영상촬영의 용도뿐 아니라 소방 및 인명구조 등 산업 전 분야에 걸쳐 그 사용이 확대되고 있다.

[0003] 특히 소방분야에 드론을 도입을 통해 고층건물 화재 현장, 화재발생에 따른 인명수색과 진압작전에 활용이 이루어지고 있으며, 산림청은 드론을 이용하여 전국 산불 취약지 대상 논·밭두렁, 쓰레기 소각 등의 불법행위를 집중 단속을 통한 산불 예방을 비롯하여 산불이 진화 후 드론으로 촬영한 영상을 분석하여 자세한 피해면적을 조사하기도 하였다.

[0004] 이처럼 드론은 소방현장에서 빠르게 이동하며 사람이 접근할 수 없는 현장 상황을 실시간으로 파악하며 인명구조, 산불화재 지휘통제, 화재취약지역의 전체 위치와 전경, 세부현황, 출동로·현장진입로 정보파악을 위해 유용하게 사용되고 있으며 이에 더하여, 최근에는 직접적인 진화작업에서도 활양하고 있다.

[0005] 이를 위해 초기 일부 소방드론은 소방호스를 통해 외부에서 물을 공급받아 분사하는 전통적인 소화방식을 사용하였으나 연결된 소방호스로 인한 움직임의 제한과 물 분사에 따른 추력으로 인한 운용상 한계가 있었다.

[0006] 소화탄은 내부에 소화약제가 채워진 구 형태의 소화수단으로, 불이 닿으면 터지면서 내부 소화약제가 비산되어 화재를 진화하는 것으로, 근래 투척형 소화기(일명 소화탄)의 개발과 성능향상으로 소화탄을 탑재한 상태에서 화재원점으로 비행이동 후 적재된 소화탄을 투하하는 소화방식이 도입되었다.

[0007] 도 1은 종래 기술에 따른 드론 탑재용 소화탄 투하장치의 예시도로서, 대한민국 등록특허 제10-2071465호에서는 다수의 소화탄을 적재한 상태에서 투하를 위한 장치의 상,하부 트리거 구조 및 소화탄의 순차 투하과정을 도시하고 있다.

[0008] 하지만, 적지 않은 중량의 소화탄의 적재량과 비행시간이 한정적인 상태에서 산불과 같은 대형 화재 대응을 위해 이들을 운용함에 있어 단순한 소화탄 투척으로 화재 진압이 원활치 않은 경우가 많아 화재를 효과적으로 진압할 수 있는 방법과 기술에 대한 연구가 더 필요한 실정이다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2021-0038763호(2021.04.08)

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제10-2071465호(2020.01.22)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상기와 같은 필요에 의하여 창출된 것으로, 본 발명의 목적은 산불 등의 상황에서 초기에 신속하게 드론을 투입하여 방화선 구축을 통해 화재확산을 저지하되 지형정보를 고려한 화재진로 예상경로 및 지점의 좌표를 추출하여 연속 소화탄 투하를 통한 화재저지선 및 방화선을 구축할 수 있는 방화선 구축을 위한 소화탄 투척 드론 운용시스템을 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0011] 상기와 같은 목적을 위해 본 발명은 카메라와, 복수의 소화탄을 수용하며 투하명령에 따라 소화탄을 개별 투하

하는 적재부를 구비한 소화탄 투척 드론의 운용시스템에 있어서, 소화탄의 적재량을 인식하는 인식모듈; 상기 카메라를 통해 촬영된 화재구역 영상에 가상의 방화선을 설정하는 방화선설정부와, 상기 가상의 방화선에 대하여 소화탄의 연속투하 범위의 시작과 끝에 해당하는 2개의 기준포인트를 지정하는 기준지정부와, 드론의 현재 높이와 상기 카메라의 촬영각을 통해 상기 기준포인트의 좌표를 산출하는 기준좌표산출부와, 상기 기준포인트 사이를 인식된 소화탄의 개수에서 1을 차감한 숫자로 등분한 투하포인트를 설정하고 각 투하포인트의 좌표를 산출하는 투하좌표산출부를 구비하는 좌표산출모듈; 상기 기준포인트 사이의 경로로 설정된 속도로 상기 드론을 비행시키는 비행제어모듈; 상기 드론의 비행 중 각 투하포인트에 대응하여 상기 적재부에 투하명령을 인가하여 소화탄을 순차적으로 개별 투하시키는 투하동작모듈; 로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0012] 이때 화재구역이 속한 지도를 포함한 지리정보를 취득하는 지도연동부와, 화재구역의 풍향 및 풍속을 포함한 기상정보를 취득하는 기상연동부와, 상기 지리정보를 상기 카메라를 통해 촬영된 화재구역 영상과 매칭한 매칭영상을 생성하는 영상매칭부를 구비하며, 상기 지리정보 및 기상정보와 매칭영상을 제공하며 상기 방화선설정부를 통해 가상의 방화선을 설정받도록 지원하는 정보지원모듈; 을 더 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 소화탄 투하 후 상기 카메라를 통해 투하지점을 촬영하며 진화상태를 파악하는 모니터링부와, 파악된 진화상태에 대응하여 소화탄이 적재된 드론의 재투입 여부를 판단하는 판단부와, 재투입 결정시 파악된 진화상태에 대응하여 상기 좌표산출모듈과 연계하여 가상의 방화선과 기준포인트 및 투하포인트를 재설정하는 재설정부를 구비하는 모니터링모듈; 를 더 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 운용중인 드론의 최대 소화탄 적재수와 속도 및 예상 비행시간 및 소화탄 재보급시간을 포함하는 재원정보가 저장되는 저장부와, 상기 카메라를 통해 촬영된 영상을 통해 화재확산 방향 및 속도를 산출하고 시간별 확대예상범위를 산출하는 추적부와, 상기 재원정보 및 확대예상범위를 통해 투입되는 드론의 개수를 가변하며 화재진화를 시뮬레이션하는 시뮬레이션부를 구비하는 시뮬레이션모듈; 을 더 포함할 수 있다.

## 발명의 효과

[0015] 본 발명을 통해 산불 등 넓은 진화면적을 갖는 화재발생 상황에서 신속하게 드론을 투입하여 방화선을 구축함으로 화재확산을 초기에 저지할 수 있다.

[0016] 특히 지형정보나 기상정보를 반영한 화재진로 예상경로 및 지점의 좌표를 추출하여 연속 소화탄 투하를 통한 화재저지선 및 방화선을 효율적으로 구축할 수 있으며, 위험시설물 및 문화재, 주택보호를 위한 방화선 구축에도 효과적으로 활용될 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 종래 기술에 따른 드론 탑재용 소화탄 투하장치의 예시도,

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 구성 및 연결관계를 나타낸 블록도,

도 3은 다수의 소화탄을 탑재한 드론을 도시한 예시도,

도 4는 드론의 카메라 각도와 방위각으로 좌표추출 방식을 나타낸 설명도,

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 좌표추출 및 소화탄 투하 개념을 나타낸 설명도,

도 6 본 발명의 실시예에 따른 방화선 구축을 예시한 제1개념도,

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 방화선 구축을 예시한 제2개념도이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명 방화선 구축을 위한 소화탄 투척 드론 운용시스템의 구성을 구체적으로 설명한다.

[0019] 본 발명은 산불 등과 같이 넓은 화재감시 구역이 설정된 상황에서 화재 발생시 초기에 신속하게 드론을 투입하여 방화선 구축을 통해 화재확산을 저지하되, 지형 및 기상정보를 고려한 화재진로 예상경로 및 드론의 성능을 반영한 효율적인 소화탄 투하 지점을 산출하여 연속 소화탄 투하를 통해 화재저지선 및 방화선을 구축이 이루어지도록 한다.

[0020] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 구성 및 연결관계를 나타낸 블록도로서, 본 발명은 이를 위한 주요구성으로 인

식모듈(110)과, 좌표산출모듈(120)과, 비행제어모듈(130)과, 투하동작모듈(140)을 비롯하여 원활한 방화선 구축 및 진화작업을 지원하기 위한 구성으로 정보지원모듈(150)과, 모니터링모듈(160)과, 시뮬레이션모듈(170)을 구비한다.

[0021] 도 3은 다수의 소화탄을 탑재한 드론을 도시한 예시도로서, 도 1의 종래 기술에 따른 드론 탑재용 소화탄 투하장치가 적용된 드론으로 6개의 소화탄이 수용된 적재부(102)가 설치된 형태의 공지된 드론을 도시하고 있다. 공지된 기본적인 드론과 같이 비행 중 설정된 구역의 촬영을 위한 카메라(101)를 비롯하여 비행을 위한 복수의 프로펠러 및 인가된 제어신호에 의해 비행을 제어하는 제어모듈을 구비하며 상기 적재부(102)에 수용된 복수의 소화탄을 투하명령에 따라 개별 투하할 수 있다.

[0022] 이러한 소화탄 투척 드론 자체는 언급한 바와 같이 본 발명의 출원전 공지된 구성으로, 본 발명은 이러한 소화탄 투척 드론의 효과적인 운용을 위한 운용시스템을 다루고 있으며, 공지된 드론 및 이의 기술구성에 대하여 본 발명에서는 발명의 취지가 흐려지는 것을 방지하기 위해 구체적인 설명을 생략한다.

[0023] 상기 인식모듈(110)은 소화탄의 적재량을 인식하는 구성으로, 언급한 바와 같이 복수의 소화탄을 수용하며 투하명령에 따라 소화탄의 개별 투하가 이루어지는 적재부(102)의 현재 소화탄 잔량을 인식하게 된다. 적재부의 형태에 따라 다양한 형태의 센서를 통해 수용된 소화탄 숫자를 인식할 수 있으며, 직접접촉 또는 비접촉방식으로 적재된 소화탄을 인식하는 감지센서 및/또는 투하되는 소화탄을 개수를 카운트하는 카운터를 이용하거나, 소화탄이 탑재되지 않은 상태의 드론의 초기 중량에 개별 소화탄의 중량을 반영하여 중량변화를 인지하며 소화탄의 개수를 인식하는 방식 등을 적용하여 소화탄의 적재량을 실시간으로 인식할 수 있다.

[0024] 상기 좌표산출모듈(120)은 방화선 구축을 비롯하여 소화탄의 투하를 위해 필요한 정확한 좌표를 산출함으로 원활한 드론의 운용을 지원하는 구성으로, 세부구성으로 방화선설정부(121)와, 기준지정부(122)와, 기준좌표산출부(123)와, 투하좌표산출부(124)를 구비한다.

[0025] 상기 방화선설정부(121)는 상기 카메라(101)를 통해 촬영된 화재구역 영상에 가상의 방화선을 설정하는 구성이다. 본 발명에서 가상의 방화선은 화재의 확산을 저지하기 위해 선제적으로 소화탄 투하가 이루어지는 가상의 선으로 화재 대응을 수행하는 관리자가 드론으로부터 촬영된 영상을 원격으로 확인하여 화재상황을 판단하여 효율적인 진화를 위한 방화선, 즉 화재 저지선을 영상 위에 수동으로 설정할 수도 있고, 영상분석 알고리즘에 따라 화염 및 화염으로인해 연기가 발생하는 지점(발화점)을 인지하고 화재 확산속도를 비롯하여 드론의 이동 및 소화탄 투하를 위한 시간을 적용한 프로그램을 통해 화재 예상 이동경로 상에 자동으로 설정하는 방식을 적용할 수도 있다.

[0026] 상기 기준지정부(122)는 상기 가상의 방화선에 대하여 소화탄의 연속투하 범위의 시작과 끝에 해당하는 2개의 기준포인트를 지정하는 구성이다. 본 발명에서는 상기 방화선설정부(121)를 통해 설정된 가상의 방화선을 따라 연속적으로 소화탄 투하가 진행되며, 이를 위해 드론의 초기 위치 및 이동경로에 대응하여 소화탄 투하 시작점과 끝점에 대한 2개의 기준포인트의 지정이 이루어진다.

[0027] 지정된 2개 기준포인트 사이의 거리는 이론적으로 짧을수록 화재저지 효과가 크나, 현실적으로 드론의 성능을 비롯하여 소화탄의 적재량 및 소화성능을 통해 결정될 필요가 있다. 즉 전체 화재면적 및 설정된 가상의 방화선이 큰 상태에서 2개 기준포인트 사이의 거리가 과도하게 좁을 경우 투하될 소화탄 양을 비롯하여 이를 수송 및 투하하는 드론 운용에 따른 부하가 증가할 수밖에 없으며, 2개 기준포인트 사이의 거리가 너무 넓을 경우 원활한 방화선 구축 및 화재확산 저지가 어렵게 될 수 있다.

[0028] 이러한 기준포인트 또한 화재 대응을 수행하는 관리자가 설정된 가상의 방화선 상에 수동으로 지정할 수도 있고, 드론 및 소화탄의 상태, 성능을 적용한 프로그램을 통해 가상의 방화선상에 자동으로 설정하는 방식을 적용할 수도 있다.

[0029] 상기 기준좌표산출부(123)는 드론의 현재 높이와 상기 카메라(101)의 촬영각을 통해 상기 기준포인트의 좌표를 산출하는 구성이다. 이를 위해 드론의 고도 및 GPS 상 방위를 포함하는 비행정보를 활용하며 상기 촬영각은 틸팅각(Θ) 및 방위각(α)을 포함한다.

[0030] 도 4는 드론의 카메라 각도와 방위각으로 좌표추출 방식을 나타낸 설명도로서, 드론에 구비된 카메라(101)의 틸팅각(Θ) 및 방위각(α), 드론의 고도 즉 높이(H)와 발화점으로의 수평거리(D)를 활용하여 기준포인트의 좌표를 추출하는 과정을 도시하고 있다.

[0031] 먼저, 좌측 그림에서와같이 현재 드론의 위치에서 기준포인트로의 수평거리(D)를 측정하기 위해 카메라의 틸팅

각(Θ)을 활용하게 되며, 드론의 고도(H)×tanΘ를 통해 드론과 기준포인트의 거리(D)를 구할 수 있다.

[0032] 다음으로, 우측 그림에서와같이 현재 드론의 위치 및 방향에서 기준포인트로의 수평거리(D) 및 방위각(α)을 통해 기준포인트의 X축 방향의 거리 A와, Y축 방향의 거리 B를 각각 cosα×D, sinα×D를 통해 구할 수 있다. 산출된 거리를 위도, 경도에 따른 값으로 보정하여 정확한 기준포인트의 좌표를 산출할 수 있다.

[0033] 상기 투하좌표산출부(124)는 상기 기준포인트 사이를 인식된 소화탄의 개수에서 1을 차감한 숫자로 등분한 투하포인트를 설정하고 각 투하포인트의 좌표를 산출하는 구성이다. 즉 상기 기준좌표산출부(123)를 통해 기준포인트 2곳의 좌표를 추출한 후, 그 사이를 중간을 등분하여 소화탄 투하 지점 좌표를 추출한다.

[0034] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 좌표추출 및 소화탄 투하 개념을 나타낸 설명도로서, 본 발명의 실시예에서는 6개의 소화탄이 적재부에 수용된 상태일 때 기준포인트 사이를  5등분하여 6개의 소화탄 투하 지점 좌표를 추출하는 것을 예시하고 있다. 즉 상기 기준좌표산출부(123)의 경우 단일 좌표를 추출하는 하는데 반해, 상기 투하좌표산출부(124)의 경우 연속 좌표를 추출하게 된다.

[0035] 언급한 바와 같이 본 발명의 실시예에서의 드론은 6개의 소화탄 탑재가 가능하며, 소화탄은 내부에 소화약제가 채워진 상태에서 불이 닿으면 터지면서 내부 소화약제가 비산되어 화재를 진화하게 된다. 언급한 바와 같이 설정된 가상의 방화선 상에 2곳 기준포인트의 좌표를 추출한 후, 중간을 5등분(n-1)하여 6개의 소화탄 투하 지점 좌표를 추출하는 것이다. 즉 n개의 소화탄이 탑재된 경우 n-1 등분하는 것으로 소화탄 탑재 수량 증감에 따라 등분되는 투하 포인트 개수를 지정하며, 소화탄 화재 진화 면적에 따라 2개의 기준포인트 좌표 사이의 거리가 설정된다.

[0036] 첨부된 도 5에서는 기준포인트로서 A좌표, F좌표 2곳의 좌표를 추출한 후, 포함된 이미지상 좌표 추출 수식을 통해 B좌표 ~ E좌표 추출하게 되며, 이때 직선 좌표 추출을 통해 좌표의 정확도를 높이고 소화탄 투하의 오차율을 최소화할 수 있다. n개의 소화탄이 탑재된 상태에서 예시된 수식은 다음과 같다.

[0037] A좌표: (a, b)

[0038] B좌표: (a+cosα×D×1/(n-1), b+sinα×D×1/(n-1))

[0039] C좌표: (a+cosα×D×2/(n-1), b+sinα×D×2/(n-1))

[0040] D좌표: (a+cosα×D×3/(n-1), b+sinα×D×3/(n-1))

[0041] E좌표: (a+cosα×D×4/(n-1), b+sinα×D×4/(n-1))

[0042] ......

[0043] F좌표: (a+cosα×D×(n-1)/(n-1), b+sinα×D×(n-1)/(n-1))

[0044] 상기 비행제어모듈(130)은 상기 기준포인트 사이의 경로로 설정된 속도로 상기 드론을 비행시키고, 상기 투하동작모듈(140)은 상기 드론의 비행 중 각 투하포인트에 대응하여 상기 적재부에 투하명령을 인가하여 소화탄을 순차적으로 개별 투하시키게 된다. GCS(Geographic coordinate system) 장비를 통해 앞서 산출된 좌표를 드론에 송신하여 상기 기준포인트 2지점을 포함하는 지정경로를 비행하도록 하며 투하포인트 좌표에서 소화탄 투하가 이루어지도록 하며 방화선 구축을 구축하게 된다.

[0045] 도 6 본 발명의 실시예에 따른 방화선 구축을 예시한 제1개념도로서, 선형으로 화재가 발생 및 진행되는 상황에서 직선형의 방화선을 여러 구간으로 연속적으로 형성하여 소화탄을 투하하는 모습을 도시하고 있다. 6개의 소화탄이 탑재된 4대의 드론을 운용하는 방식으로 방화선 구축이 이루어질 수 있으며, 화재 상황에 따라 좌측부분과 같이 기준포인트 2곳의 좌표의 거리를 좁힐수록 투하된 소화탄 진화 면적이 중첩되어 안전한 화재 방화선 구축이 가능하다.

[0046] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 방화선 구축을 예시한 제2개념도로서, 화재지점을 포위하는 형태로 방화선을 구축하여 원활한 진화작업이 이루어질 수 있는 모습을 예시하고 있다. 기준포인트 2곳의 좌표를 연결하는 선을 다각형(첨부된 도면과 같이 방화선을 5각형)으로 연결하고, 각각의 지정 2개의 좌표를 5등분하면 지역 화재 방화선 구축을 위한 소화탄 투하 좌표 추출 가능하며, 6개의 소화탄이 탑재된 5개의 드론을 운영하여 원활한 방화선 구축이 이루어질 수 있다.

[0047] 상기 정보지원모듈(150)은 효율적인 방화선 구축을 위해 지리정보 및 기상정보와 매칭영상을 제공하며 상기 방화선설정부(121)를 통해 가상의 방화선을 설정받도록 지원하는 구성으로, 세부구성으로 지도연동부(151)와, 기

상연동부(152)와, 영상매칭부(153)를 구비한다.

[0048] 상기 지도연동부(151)는 화재구역이 속한 지도를 포함한 지리정보를 취득하는 구성이다. 상기 카메라(101)를 통해 촬영된 영상을 통해 화재가 발생한 구역의 개략적인 형태 등을 파악할 수 있으나, 세부적인 지형, 산세를 비롯하여 연기를 통해 가려진 부분이나 진화를 위한 구체적인 사항을 파악하기 어려울 수 있으며 드론이 촬영한 위치에 대응하는 GIS 등의 지리정보를 획득하여 실개천이 흐르거나 폭이 좁은 산길, 도로 등 방화선 구축에 도움이 되는 정확한 상황을 파악할 수 있다.

[0049] 상기 기상연동부(152)는 화재구역의 풍향 및 풍속을 포함한 기상정보를 취득하는 구성이다. 화재구역의 날씨, 풍향, 풍속과 같은 기상상태는 화재확산 방향 및 속도와 밀접한 영향을 주는 요소로서 영상뿐 아니라 이러한 기상정보를 통해 효과적인 방화선을 구축할 수 있다.

[0050] 상기 영상매칭부(153)는 상기 지리정보를 상기 카메라를 통해 촬영된 화재구역 영상과 매칭한 매칭영상을 생성하는 구성이다. 즉 상기 카메라(101)를 통해 촬영된 화재구역 영상에 상기 지도연동부(151)를 통해 취득된 지리정보를 덧입혀 매칭영상을 만들어 실개천, 도로, 산길을 비롯한 세부적으로 확인된 지리요소를 반영하여 수동 또는 자동방식으로 방화선을 설정할 수 있도록 하되 풍향, 풍속에 따른 화재확산 방향을 함께 표시하고 이를 감안하여 가상의 방화선 설정이 가능하도록 지원한다.

[0051] 상기 모니터링모듈(160)은 앞서 언급한 방식에 따라 소화탄 투척작업 진행 중 원활한 화재진화 상황을 모니터링하며 추가 작업 등을 지원하기 위한 구성으로, 세부구성으로 모니터링부(161)와, 판단부(162)와, 재설정부(163)를 구비한다.

[0052] 상기 모니터링부(161)는 소화탄 투하 후 상기 카메라(101)를 통해 투하지점을 촬영하며 진화상태를 파악하는 구성으로, 드론은 가상의 방화선을 따라 소화탄 투하 후 지속적으로 해당 위치를 촬영하며 화재상황을 모니터링하게 된다.

[0053] 상기 판단부(162)는 파악된 진화상태에 대응하여 소화탄이 적재된 드론의 재투입 여부를 판단하는 구성으로, 효과적으로 방화선이 구축되어 소화탄이 투하되었다면 해당 부분에서 화재의 확산이 저지되거나 확산속도가 저하됨 또는 효과가 없음을 상기 모니터링부의 영상분석 알고리즘을 통해 확인할 수 있으며, 효과가 없는 것으로 판명시 소화탄이 적재된 드론의 재투입을 결정하게 된다.

[0054] 상기 재설정부(163)는 재투입 결정시 파악된 진화상태에 대응하여 상기 좌표산출모듈과 연계하여 가상의 방화선과 기준포인트 및 투하포인트를 재설정하는 구성이다. 즉 상기 판단부(162)에서 소화탄이 적재된 드론의 재투입을 결정한 경우는 이미 설정된 가상의 방화선을 따라 화재확산 저지가 실패한 경우이므로 상기 좌표산출모듈을 통해 새롭게 가상의 방화선과 기준포인트 및 투하포인트를 산출하게 된다.

[0055] 상기 시뮬레이션모듈(170)은 보유한 소화탄 투척드론의 성능 및 화재확산 상황을 실시간으로 분석하며 현재 보유하여 운용 가능한 드론을 효과적으로 투입할 수 있도록 지원하기 위한 구성으로, 세부구성으로 저장부(171)와, 추적부(172)와 시뮬레이션부(173)를 구비한다.

[0056] 상기 저장부(171)는 보유 및 운용중인 드론의 최대 소화탄 적재수와 속도 및 예상 비행시간 및 소화탄 재보급시간을 포함하는 재원정보가 저장되어 구축되는 데이터베이스이다. 즉 산불감시 및 대응은 주로 해당 지자체를 중심으로 이루어지며 해당 지자체가 보유한 드론을 통해 대응이 이루어질 수밖에 없다. 이때 보유한 드론의 최대 소화탄 적재수와 속도 및 예상 비행시간 및 소화탄 재보급시간을 포함하는 재원정보가 화재진화 성능에 밀접한 영향이 있으므로 이를 저장하여 데이터베이스를 구축한다.

[0057] 상기 추적부(172)는 상기 카메라를 통해 촬영된 영상을 통해 화재확산 방향 및 속도를 산출하고 시간별 확대예상범위를 산출하는 구성이다. 정해진 주기 또는 실시간 영상분석을 통해 화재확산 방향 및 속도를 산출하고 이를 반영하여 시간별 확대예상범위를 산출하게 된다.

[0058] 상기 시뮬레이션부(173)는 상기 재원정보 및 확대예상범위를 통해 투입되는 드론의 개수를 가변하며 화재진화를 시뮬레이션하는 구성으로, 상기 데이터베이스에 저장된 드론의 재원정보를 반영하여 상기 추적부(172)를 통해 산출된 시간별 확대예상범위에 대한 화재진화를 시뮬레이션하되 투입되는 드론수를 변경하여 시뮬레이션 결과를 도출함으로 드론을 운영하고 화재에 대응하는 주체가 이러한 시뮬레이션 결과를 반영하여 드론 투입대수 등을 효율적으로 결정할 수 있도록 지원한다.

[0059] 본 발명의 권리는 위에서 설명된 실시 예에 한정되지 않고 청구범위에 기재된 바에 의해 정의되며, 본 발명의 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 청구범위에 기재된 권리범위 내에서 다양한 변형과 개작을 할 수 있다는 것

은 자명하다.

## 부호의 설명

[0060] 101: 카메라 102: 적재부

110: 인식모듈 120: 좌표산출모듈

121: 방화선설정부 122: 기준지정부

123: 기준좌표산출부 124: 투하좌표산출부

130: 비행제어모듈 140: 투하동작모듈

150: 정보지원모듈 151: 지도연동부

152: 기상연동부 153: 영상매칭부

160: 모니터링모듈 161: 모니터링부

162: 판단부 163: 재설정부

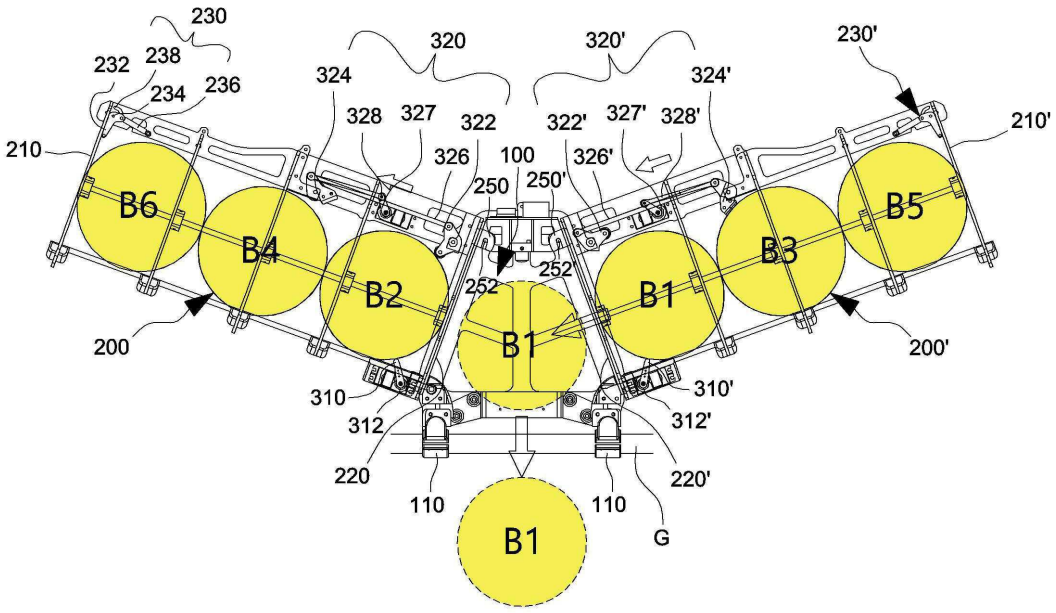
170: 시뮬레이션모듈 171: 저장부

172: 추적부 173: 시뮬레이션부

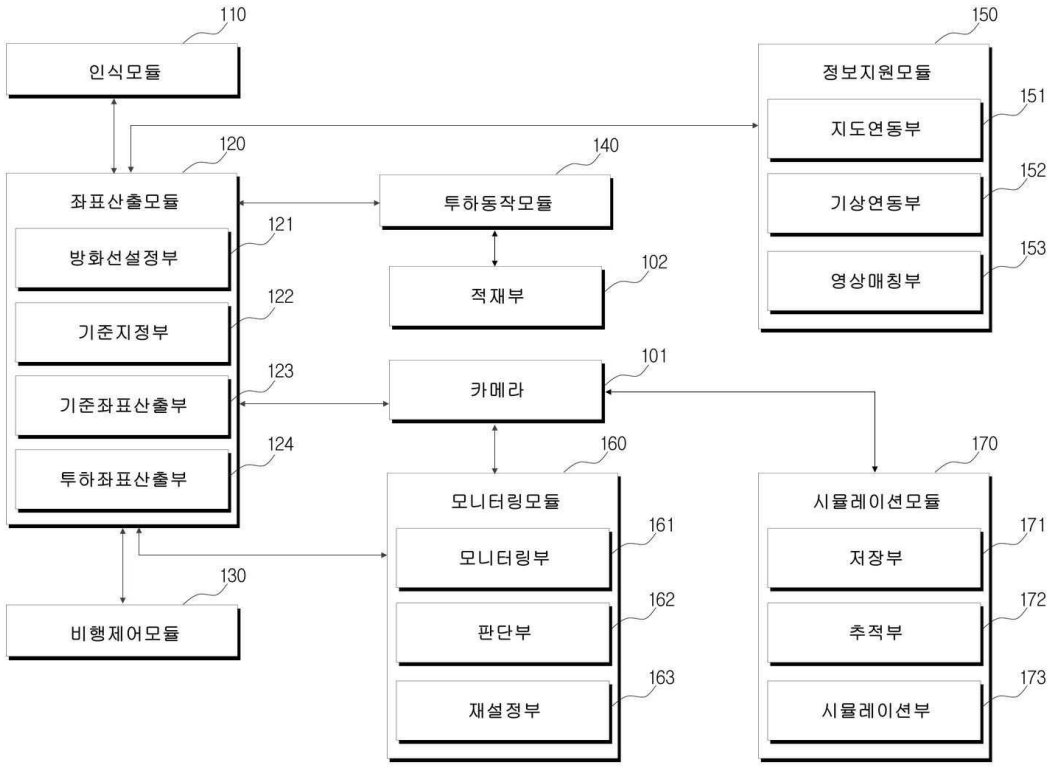
## 도면

### 도면1

1



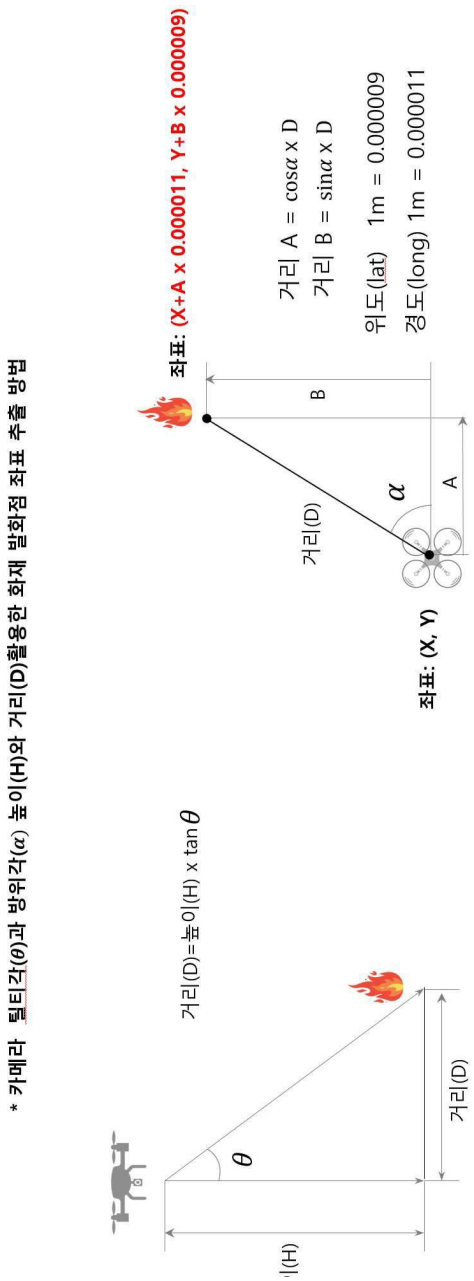
도면2


110
인식모듈
150
정보지원모듈
151
지도연동부
152
기상연동부
153
영상매칭부
120
좌표산출모듈
121
방화선설정부
122
기준지정부
123
기준좌표산출부
124
투하좌표산출부
140
투하동작모듈
102
적재부
101
카메라
160
모니터링모듈
161
모니터링부
162
판단부
163
재설정부
170
시뮬레이션모듈
171
저장부
172
추적부
173
시뮬레이션부
130
비행제어모듈

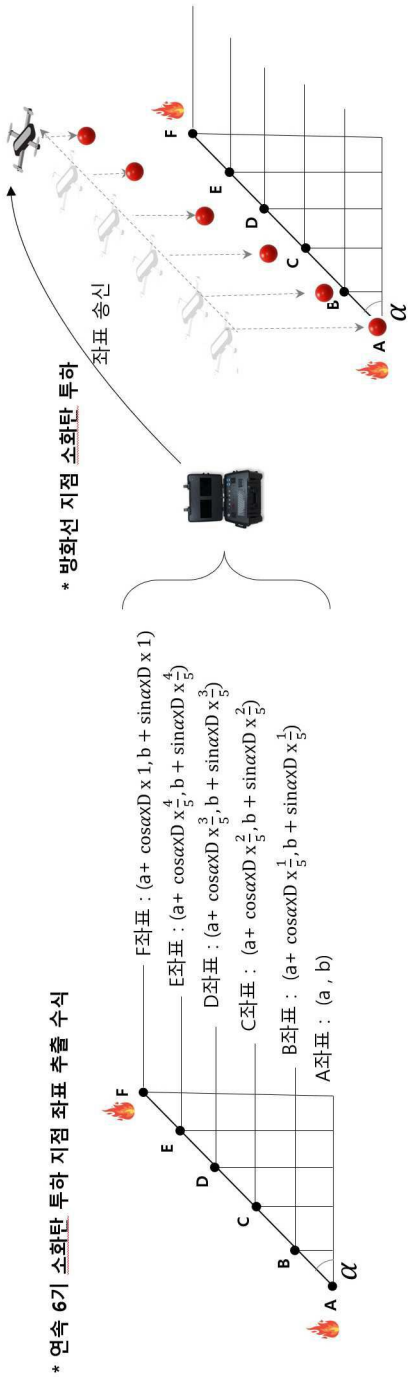
도면3



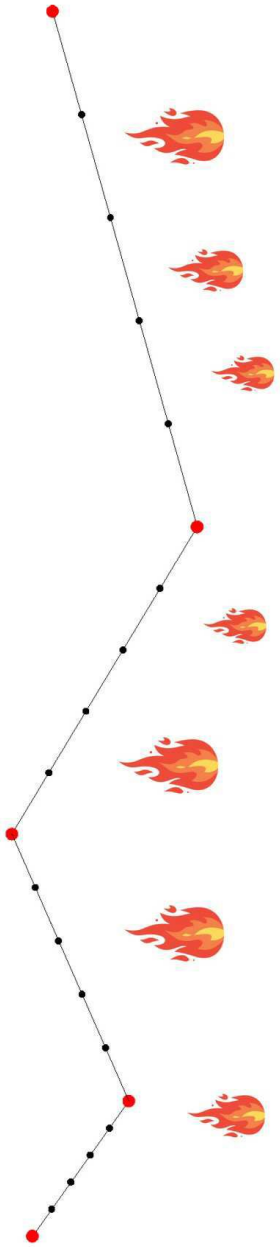
도면4


* 카메라 틸티각(θ)과 방위각(α) 높이(H)와 거리(D)활용한 화재 발화점 좌표 추출 방법
높이(H)
θ
거리(D)
거리(D)=높이(H) x tan θ
좌표: (X+A x 0.000011, Y+B x 0.000009)
B
거리(D)
α
A
좌표: (X, Y)
거리 A = cosα x D
거리 B = sinα x D
위도(lat) 1m = 0.000009
경도(long) 1m = 0.000011

도면5


* 방화선 지점 소화탄 투하
좌표 송신
* 연속 6기 소화탄 투하 지점 좌표 추출 수식
F좌표 : (a+ cosαxD x 1, b + sinαxD x 1)
E좌표 : (a+ cosαxD x 4/5, b + sinαxD x 4/5)
D좌표 : (a+ cosαxD x 3/5, b + sinαxD x 3/5)
C좌표 : (a+ cosαxD x 2/5, b + sinαxD x 2/5)
B좌표 : (a+ cosαxD x 1/5, b + sinαxD x 1/5)
A좌표 : (a , b)
A
B
C
D
E
F
α

도면6



도면7

